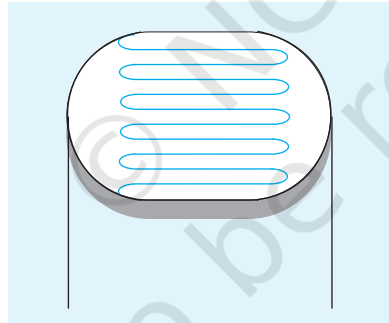
क्रियाकलाप 7

उद्देश्य

LDR (Light Dependent Resistor, प्रकाश आश्रित प्रतिरोधक) पर प्रकाश की तीव्रता के प्रभाव का अध्ययन करना (स्रोत की दूरी को परिवर्तित करके)।

उपकरण तथा आवश्यक सामग्री

LDR, पावर सप्लाई-2(प्रत्येक 12V का), प्लग कुंजी, मिलीऐमीटर (0-500mA), वोल्टमीटर (0-10V), 47 Ω का एक प्रतिरोध, 12V का एक लैंप, संयोजन तारें।

सिद्धांत

चित्र A 7.1 प्रकाश आश्रित प्रतिरोध

LDR या प्रकाश आश्रित प्रतिरोधक एक ऐसी युक्ति है जो प्रकाश के लिए संवेदी है। इसका प्रतिरोध इस पर आपतित प्रकाश की तीव्रता के अनुसार परिवर्तित होता है। इसे प्रकाश प्रतिरोधक वाले किसी अर्धचालक पदार्थ से बनाया जाता है ताकि इसमें प्रकाश संवेदी गुण आ सकें। एक ऐसा पदार्थ कैडमियम सल्फाइड है। धातु की पतली फिल्मों पर कैडमियम सल्फाइड के सर्पाकार पथ (track) बनाये जाते हैं [चित्र A 7.1]। LDR का प्रतिरोध उच्च होता है, क्योंकि अधिकांश इलेक्ट्रॉन क्रिस्टल जालक (lattice) में बंधे रहते हैं और गति करने के लिए स्वतंत्र नहीं होते। जब जालक पर प्रकाश पड़ता है तो कुछ इलेक्ट्रॉनों को क्रिस्टल जालक से बाहर निकलने के लिये पर्याप्त ऊर्जा मिल जाती है, जिससे विद्युत चालन हो सकता है। किसी विशिष्ट LDR का पूर्ण अंधेरे में प्रतिरोध 1 MΩ और तीव्र प्रकाश में कुछ सौ ओम होता है।

कार्यविधि

1. चित्र A 7.2 की भाँति परिपथ बनाइए।
2. प्रारंभ में लैंप का स्विच ऑफ रखिए। कुंजी K को प्लग में लगाइए।
3. वोल्टमीटर तथा मिलीऐमीटर के पाठ्यांकों का प्रेक्षण कर उन्हें अंकित कीजिए।

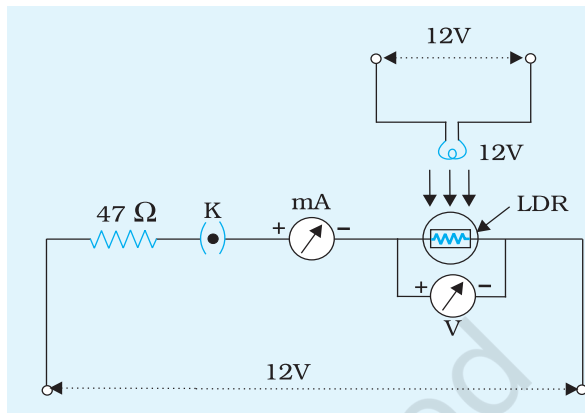
© NCERT not to be republished

4. LDR के प्रतिरोध R' की संदर्भ माप का परिकलन कीजिए।

5. अगली सभी मापों में इस प्रतिरोध के मान को जोड़िए। इससे सुनिश्चित हो जाएगा कि पृष्ठभूमिक प्रदीप्ति को सम्मिलित कर लिया गया है।

6. एक 12 V बल्ब को दृढ़ स्टैंड पर ऊर्ध्वाकार स्थिति में इस प्रकार लगाइए कि वह LDR के सामने हो। LDR को इस प्रकार व्यवस्थित कीजिए कि वह बल्ब से लंबवत् लगभग 10 cm नीचे हो।

7. मिलीऐमीटर और वोल्टमीटर के पाठ्यांकों का प्रेक्षण कीजिए।

8. LDR और बल्ब के बीच की दूरी को 15 cm (मान लिया) से परिवर्तित कर चरण (7) को दोहराइए। अपने प्रेक्षणों को अंकित कीजिए तथा LDR का प्रतिरोध बल्ब की विभिन्न दूरियों के लिए ज्ञात कीजिए।

चित्र A 7.2 LDR पर प्रकाश की तीव्रता के प्रभाव के अध्ययन के लिये परिपथ

प्रेक्षण तथा परिकलन

वोल्टमीटर का परास = 0 V से ... V तक

वोल्टमीटर का अल्पतांक = ... V

मिलीऐमीटर का परास = 0 mA से ... mA तक

मिलीऐमीटर का अल्पतांक = ... mA

तालिका A 7.1 : दूरी के साथ LDR के प्रतिरोध में परिवर्तन

क्रम संख्या	LDR व प्रकाश स्रोत के बीच की दूरी d cm	वोल्टमीटर का पाठ्यांक V (V)	मिलीऐमीटर का पाठ्यांक I (mA)	$R=\frac{V}{I}\Omega$	प्रतिरोध का वास्तविक मान $(R + R')$ Ω
1					
2					
--					
5					

© NCERT not to be republished

परिणाम

जैसे-जैसे दूरी बढ़ती है, आपतित प्रकाश की तीव्रता घटती है तथा LDR का प्रतिरोध बढ़ता है।

सावधानियाँ

1. LDR को प्रकाश स्रोत के लंबवत् रखना चाहिए, ताकि प्रकाश किरणों का आपतन पूरे प्रयोग की अवधि में स्थिर और लंबवत् रहे।
2. सभी संबंधन दृढ़ होने चाहिए।

त्रुटि के स्रोत

इस क्रियाकलाप में पृष्ठभूमिक प्रदीप्ति त्रुटि का एक मुख्य स्रोत है।

परिचर्चा

1. प्रत्येक दशा में R और d^2 का गुणनफल ज्ञात कीजिए। इससे आप क्या अनुमान लगाते हैं?
2. LDR का उपयोग मुख्यत: प्रकाश अथवा अंधकार संवेदी परिपथों में होता है। इसका उपयोग स्व: चालित प्रकाश व्यवस्था, सड़कों पर विद्युत व्यवस्था, धूम-अलार्म आदि में होता है।
3. क्षति से बचाने के लिए LDR के श्रेणी क्रम में एक उचित प्रतिरोध लगाया जाता है।

स्व-मूल्यांकन

LDR का प्रतिरोध स्थिर (नियत) क्यों नहीं रहता?

© NCERT not to be republished

सुझाए गये अतिरिक्त प्रयोग/क्रियाकलाप

1. उपरोक्त क्रियाकलाप को पूर्णत: अंधेरे कमरे में कीजिए। प्राप्त परिणामों की प्रयोगशाला में सामान्य प्रकाश से मिले परिणामों से तुलना कीजिए और इस पर परिचर्चा कीजिए।
2. बल्ब तक LDR के बीच की दूरी स्थिर रखते हुए विभिन्न क्षमता के बल्बों का उपयोग करके प्रकाश की तीव्रता का LDR पर प्रभाव का अध्ययन कीजिए।
3. LDR व बल्ब के बीच की दूरी स्थिर रखते हुए क्षमता प्रदान करने के लिए बल्ब को विभिन्न वोल्टता देकर, LDR के प्रतिरोध में प्रकाश की तीव्रता के साथ परिवर्तन का अध्ययन कीजिए।
4. विभिन्न विनिदर्शों (specifications) के LDR लेकर उन पर प्रकाश की तीव्रता के प्रभाव के अध्ययन कीजिए।

क्रियाकलाप 8

उद्देश्य

डायोड, प्रकाश उत्सर्जक डायोड (LED), ट्रांजिस्टर, एकीकृत परिपथ (IC), प्रतिरोधक तथा संधारित्र को उनके मिश्रित संग्रह में से अभिनिर्धारित करना।

उपकरण तथा आवश्यक सामग्री

बहुलमापी (मल्टीमीटर), डायोड, LED, ट्रांजिस्टर, IC, प्रतिरोधक तथा संधारित्र का संग्रह।

सिद्धांत

डायोड दो टर्मिनल की युक्ति है। अग्रदिशिक बायस में यह विद्युत चालन करता है तथा पश्चदिशिक बायस में यह चालन नहीं करता। चालन करते समय यह प्रकाश उत्सर्जित नहीं करता।

LED (प्रकाश उत्सर्जक डायोड) भी दो टर्मिनलों की युक्ति है। अग्रदिशिक बायस में यह चालन करता है तथा पश्चदिशिक बायस में चालन नहीं करता। चालन करते समय यह प्रकाश उत्सर्जित करता है।

ट्रांजिस्टर तीन टर्मिनल की युक्ति है। टर्मिनल उत्सर्जक (E), आधार (B) तथा संग्राहक (C) को निरूपित करते हैं।

IC (एकीकृत परिपथ) चिप के रूप में एक बहु-टर्मिनल युक्ति है। लेकिन कुछ में केवल तीन टर्मिलन हो सकते हैं, जैसे- 7805, 7806, 7809, 7912।

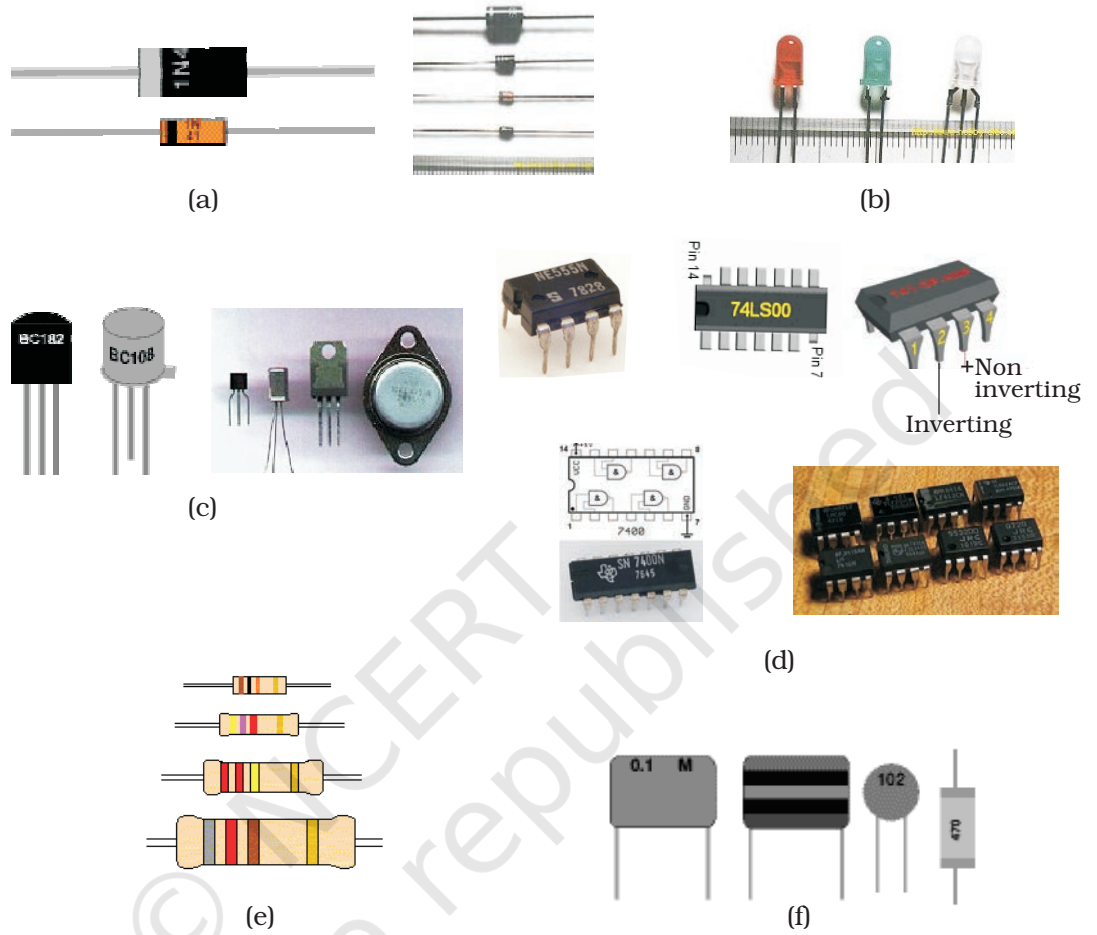
प्रतिरोधक दो टर्मिनल की युक्ति है। यह दोनों दिशाओं में समान रूप से चालन करता है।

संधारित्र दो टर्मिनल की युक्ति है। यह चालन नहीं करता लेकिन जब dc वोल्टता प्रयुक्त की जाती है तो यह कुछ आवेश संचित कर लेता है।

कार्यविधि

1. घटक की भौतिक बनावट को जाँचिए।

   (a) यदि इसके चार या अधिक टर्मिनल हैं तथा इसकी बनावट चिप (काला आयताकार ब्लॉक) जैसी है तो यह एक IC है।

© NCERT not to be republished

चित्र A 8.1 (a) डायोड (b) LED (c) ट्रांजिस्टर (d) IC (e) प्रतिरोध (f) संधारित्र

(b) यदि इसके तीन टर्मिनल हैं तो ये घटक ट्रांजिस्टर हो सकता है। इसकी पुष्टि करने के लिए मल्टीमीटर को प्रतिरोध विधा (उच्चतम परिसर) में सज्जित कीजिए। इसके काले या सर्वनिष्ठ टर्मिनल को घटक के एक सिरे की टाँग से तथा दूसरे टर्मिनल (लाल या धन) को मध्य टाँग से जोड़िए। मल्टीमीटर के विक्षेप की जाँच कीजिए। यदि विक्षेप देखते हैं तो मल्टीमीटर के टर्मिनलों को परस्पर बदल दीजिए। यदि अब विक्षेप नहीं देखते हैं तो घटक ट्रांजिस्टर है। इस जाँच को मल्टीमीटर के टर्मिनलों को मध्य टाँग तथा दूसरे सिरे की टाँग से जोड़ कर दोहराइए। यदि पहले जैसा ही व्यवहार प्रेक्षित किया जाता है तो घटक ट्रांजिस्टर हैं।

(2) यदि घटक के दो टर्मिनल हैं तो यह एक प्रतिरोधक, संधारित्र, डायोड या LED हो सकता है।

(a) वर्ण बैंडों को देखिए। यदि इसमें तीन वर्ण बैंडों का विशिष्ट समुच्चय तथा इसके आगे रूपहला या सुनहरा बैंड है तो घटक प्रतिरोधक है।

© NCERT not to be republished

24/04/2018

(b) मल्टीमीटर टर्मिनलों (प्रतिरोध विधा-उच्चतम परिसर) को घटक टर्मिनलों से जोड़िए तथा मल्टीमीटर में विक्षेप देखिए। घटक टर्मिनलों को परस्पर बदल कर भी इस क्रिया को दोहराइए।

(c) यदि मल्टीमीटर दोनों दिशाओं में विक्षेप दर्शाता है तो घटक प्रतिरोधक है।

(d) यदि विक्षेप के साथ-साथ एक दिशा में प्रकाश का उत्सर्जन भी होता है तथा दूसरी दिशा में बहुत कम या शून्य विक्षेप होता है तो घटक LED है।

(e) यदि मल्टीमीटर एक दिशा में कोई विक्षेप नहीं दर्शाता तथा दूसरी दिशा में प्रकाश उत्सर्जन किए बिना विक्षेप दर्शाता है तो घटक डायोड है।

(f) यदि मल्टीमीटर के टर्मिनलों को घटक के टर्मिनलों से किसी भी दिशा में जोड़ने पर विक्षेप दिखायी नहीं देता तो घटक संधारित्र है। लेकिन यदि संधारित्र की धारिता अधिक है तो मल्टीमीटर क्षणिक विक्षेप दर्शा सकता है।

(g) अपने प्रेक्षणों को तालिका A 8.1 तथा A 8.2 में अंकित कीजिए।

© NCERT not to be republished

अध्यापक के लिए टिप्पणी

(i) संग्रह में तीन टर्मिनलों वाला IC देने से बचना चाहिए ।

(ii) अधिमानत: आंकिक मल्टीमीटर की जगह अनरूप मल्टीमीटर का उपयोग करें।

(iii) आंकिक मल्टीमीटर उपयोग करते समय इन निर्देशों में पद "विक्षेप" को "माप" पढ़िए ।

(iv) प्रत्येक घटक को वर्णमाला के विभिन्न अक्षरों द्वारा लेबल कीजिए ।
जैसे : A,B,C,D,E, ...

प्रेक्षण

तालिका A 8.1: टर्मिनलों की संख्या ज्ञात करना

क्र. संख्या	टर्मिनलों की संख्या	युक्ति पर अंकित वर्णमाला अक्षर	युक्ति का नाम
1.	दो		
2.	तीन		
3.	तीन से अधिक		

तालिका A 8.2 : चालन की स्थिति की जाँच

क्रम संख्या	चालन की स्थिति	युक्ति का संकेत	युक्ति का नाम
1.	बिना कोई प्रकाश उत्सर्जन के केवल एक ही दिशा में चालन करता है।		
2.	प्रकाश उत्सर्जन के साथ केवल एक ही दिशा में चालन करता है।		
3.	तीन टर्मिनल युक्ति; मध्य टर्मिनल तथा बाकी दो टर्मिनलों में से किसी एक के साथ संयोजित करने पर केवल एक ही दिशा में चालन करता है।		
4.	दोनों दिशा में चालन करता है।		
5.	चालन नहीं करता है, आरंभिक विक्षेप देता है जो शून्य तक क्षीण हो जाता है।		

© NCERT not to be republished

परिणाम

मिश्रित संग्रह से क्रमशः डायोड, LED, ट्रांजिस्टर, IC, प्रतिरोधक तथा संधारित्र का अभिनिर्धारण किया गया।

सावधानी

किसी भी घटक का प्रतिरोध ज्ञात करते समय इसके तारों (leads) को उचित रूप से साफ कीजिए।

त्रुटि के स्रोत

1. जब मल्टीमीटर की शलाका (leads) के धातु के सिरों को स्पर्श कराते हैं तो मल्टीमीटर को शून्य प्रतिरोध दर्शाना चाहिए। यदि ऐसा नहीं दर्शाता है तो मल्टीमीटर की ''शून्य समायोजन घुंडी'' का उपयोग करके संकेतक को शून्य पर लाइए। यदि ऐसा नहीं किया गया, तो मापे गये प्रतिरोध विश्वसनीय नहीं होंगे।

2. किसी घटक का प्रतिरोध जाँचते समय, मल्टीमीटर शलाका के धातु के दोनों में से किसी भी सिरों को स्पर्श करने से बचना चाहिए। घटक के प्रतिरोध के पार्श्वक्रम में शरीर का प्रतिरोध, प्रतिरोध मापन को प्रभावित कर सकता है।

सुझाए गए अतिरिक्त प्रयोग/क्रियाकलाप

मूल परिपथ संघटकों जैसे प्रतिरोधक, संधारित्र का अध्ययन निम्न प्रकार किया जा सकता है-

1. प्रतिरोधक

प्रतिरोधक के प्रकार

(a) *तार आबद्ध प्रतिरोधक*- इन्हें चालक पदार्थ की किसी निश्चित लंबाई के तार को एक विद्युतरोधी आधार पर लपेटकर बनाया जाता है। यह पदार्थ कोई मिश्रातु जैसे मैंगनिन, कांसटेंटन, नाइक्रोम, आदि* हो सकते हैं।

(b) *कार्बन प्रतिरोधक*-इन्हें ग्रेफ़ाइट (कार्बन का एक रूप) तथा किसी अच्छे विद्युतरोधी जैसे चपड़ा (शल्क-लाख) को विशिष्ट अनुपात में मिला कर बनाया जाता है। मिश्रण को दबाया जाता है तथा गर्म कर छड़ों के साँचे में ढाल लिया जाता है। इस अनुपात को बदलकर अत्यंत विस्तृत परास के कार्बन प्रतिरोधक बनाये जाते हैं। ऐसे प्रतिरोधकों का स्थायित्व कम होता है, परंतु ये सस्ते तथा छोटे हैं।

(c) *कार्बन फिल्म प्रतिरोधक***-कार्बन प्रतिरोधक सस्ते तथा आसानी से उपलब्ध होते हैं। एक छोटे सिरामिक छड़ पर कार्बन की एक पतली फिल्म का निक्षेपण किया जाता है। प्रतिरोध का इच्छित मान पाने के लिए इसके ऊपर प्रतिरोधी आवरण सर्पिल रूप से चढ़ाया जाता है।

(d) *पतली फिल्म प्रतिरोधक* -इन्हें किसी विद्युतरोधी आधार पर एक चालक पदार्थ की बहुत पतली परत निक्षेपित करके बनाया जाता है। पतली परत से बहुत छोटे अनुप्रस्थ-काट का क्षेत्रफल मिल पाता है और इस प्रकार उच्च प्रतिरोध प्राप्त होता है। फिल्म किसी धातु अथवा मिश्रातु की बनाई जाती है।

प्रतिरोधक की सह्यता

किसी दिये गये प्रतिरोधक के वास्तविक प्रतिरोध का मान इसके विनिर्दिष्ट मान से भिन्न हो सकता है। यह किन्हीं बाह्य प्रभावों जैसे ताप, आर्द्रता आदि में परिवर्तन अथवा किसी दिये गये परिशुद्ध मान के निर्माण में अंतर्निहित सीमा के कारण हो सकता है। प्रतिरोध के मान में बाद वाले कारण की वजह से होने वाले विचलन को सह्यता कहते हैं।

प्रतिरोधक की वाटता

प्रत्येक प्रतिरोधक से एक अधिकतम सुरक्षित धारा प्रवाहित हो सकती है। इससे अधिक मान की धारा इसमें अत्यधिक ऊष्मा उत्पन्न करेगी और इसे नष्ट कर सकती है। इसे सामान्यत: धारा के रूप में नहीं, बल्कि प्रतिरोधक को बगैर कोई नुकसान पहुँचाए इससे क्षयित होने वाली अधिकतम वाट की शक्ति के रूप में मापा जाता है। इसे वाटता कहते हैं। कार्बन प्रतिरोधकों की सामान्य वाटता 1/8, 1/2, 1 तथा 2 होती है। इससे उच्च वाटता भी उपलब्ध है।

प्रतिरोधक के लिए वर्ण कोड

प्रतिरोधकों के लिए प्रयोग होने वाले सर्वाधिक सामान्य वर्ण कोड में एक सिरे पर तीन रंगीन वलय (बैंड) होते हैं।

* अन्य प्रकार के प्रतिरोध की तुलना में तार आबद्ध प्रतिरोधकों का अवांछनीय प्रेरकत्व होता है।

** विस्तृत वर्णन के लिए परिशिष्ट 3 देखिए।

© NCERT not to be republished

24/04/2018

वर्ण तथा उनके आंकिक अर्थ हैं:

काला	–	0	नारंगी	–	3	नीला	–	6	सफेद	–	9
भूरा	–	1	पीला	–	4	बैंगनी	–	7			
लाल	–	2	हरा	–	5	धूसर (ग्रे)	–	8			

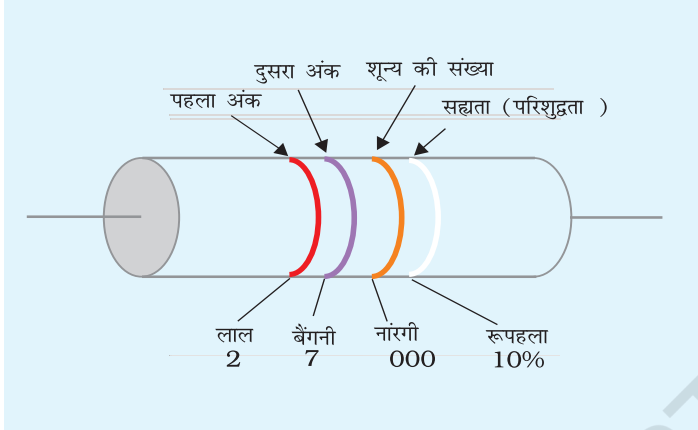



Fig. A 8.2 वर्ण कोड चिह्नो सहित एक कार्बन प्रतिरोधक

इस वर्ण कोड को आसानी से याद रखने के लिए शब्द BBROY GB VGW (BBROY Great Britain Very Good Wife) की सहायता ली जा सकती है (याद रखें कि यहाँ पर वर्ण अंग्रेजी में दर्शाए गये हैं)। किसी वर्ण कोडित प्रतिरोधक के प्रतिरोध को ज्ञात करने के लिये, सिरे की समीपस्थ पट्टी से प्रारंभ कीजिए। पहली पट्टी का वर्ण प्रतिरोध के मान के पहले अंक को निर्देशित करता है। दूसरी पट्टी का वर्ण दूसरे अंक को दर्शाता है। तीसरी पट्टी का वर्ण गुणक का मान अथवा दूसरे अंक के आगे शून्य की संख्या को दर्शाता है।

केवल तीन पट्टियों के प्रतिरोधकों की सह्यता 20% होती है। इसका वास्तविक मान निर्देशित मान से 20% कम या अधिक हो सकता है। यदि पहली तीनों पट्टियों से अलग एक चौथी भी विद्यमान है तो प्रतिरोधक के सह्यता चौथी पट्टी के वर्ण से जानी जाती है। यदि चौथी पट्टी का वर्ण रूपहला जैसा है तो सह्यता 10% होगी। सुनहरा रंग 5% सह्यता, लाल 2% तथा भूरा 1% सह्यता को निर्देशित करता है। 2% तथा 1% के प्रतिरोधकों पर प्राय: इनके ओमीय मान छपे होते हैं।

2. संधारित्र

संधारित्र एक ऐसी युक्ति है जो विद्युत आवेश का संग्रह करती है। संधारित्र dc के प्रवाह को रोक लेता है जबकि यह ac को अपने अंदर से प्रवाहित होने देता है।

विभिन्न प्रकार के परावैद्युत के साथ सामान्य उपयोग में आने वाले संधारित्र अनेक प्रकार के होते हैं। ये हैं:

(i) वायु संधारित्र (परिवर्ती गुम्फित संधारित्र)

(ii) अभ्रक संधारित्र (निम्न धारिता)

(iii) मृत्तिका (सिरेमिक) संधारित्र (अत्यंत निम्न धारिता)

(iv) कागजी संधारित्र (निम्न धारिता)

(v) प्लास्टिक संधारित्र

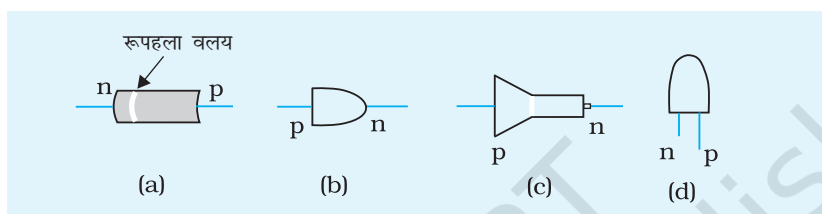
(vi) विद्युत-अपघटनी संधारित्र (मध्यम धारिता)

(vii) तेल पूरित संधारित्र (उच्च धारिता)

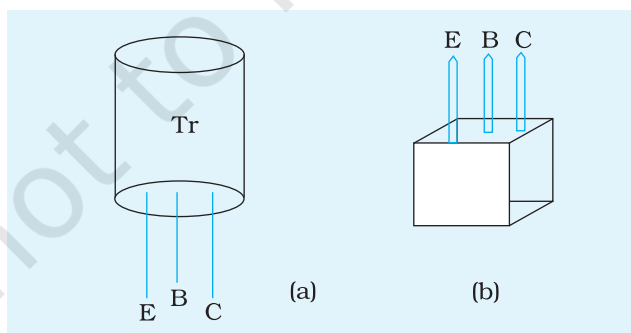
© NCERT not to be republished

24/04/2018

3. डायोड

कुछ अर्धचालक संधि डायोडों के एक सिरे पर रूपहले रंग का एक वलय दर्शाया जाता है। डायोड का यह सिरा n-फलक तथा दूसरा सिरा p-फलक कहलाता है [चित्र A 8.3(a)]। कुछ डायोडों में, डायोड का संकेत इसके ऊपर चित्रित किया जाता है। तीर की दिशा धारा प्रवाह की दिशा को दर्शाती है। इस प्रकार जिस ओर से तीर प्रारंभ होता है वह p-फलक है तथा जिस ओर तीर समाप्त होता है वह n-फलक होता है [चित्र A 8.3 (b)]। कुछ डायोड गोली की आकृति के होते हैं जिनमें चपटा फलक p-फलक तथा बेलनाकार फलक n-फलक होता है [चित्र A 8.3 (c)]। प्रकाश उत्सर्जक डायोड (LED) के लिए प्राय: छोटा पिन n-फलक तथा लंबा पिन p-फलक है [चित्र A8.3 (d)]।

चित्र A 8.3 : *कुछ डायोडों की आकृतियाँ*

4. ट्रांजिस्टर

इस क्रियाकलाप में n-p-n तथा p-n-p ट्रांजिस्टरों में अंतर करने के विधि दी गयी है बशर्ते कि ट्रांजिस्टर का पिन आरेख ज्ञात हो। यदि पिन आरेख ज्ञात नहीं है तो भी दिये गये ट्रांजिस्टर के प्रकार (n-p-n या p-n-p) को ज्ञात किया जा सकता है। इसे दिये गये ट्रांजिस्टर के विभिन्न टर्मिनलों के बीच प्रतिरोध के मान को माप कर किया जा सकता है [चित्र A 8.4 (a) तथा (b)]। n-p-n तथा p-n-p ट्रांजिस्टरों के लिए प्रतिरोध के मान की प्रकृति को तालिका A 9.5 पृष्ठ 181 में संक्षिप्त रूप में प्रस्तुत किया गया है।

चित्र A 8.4 : *विभिन्न ट्रांजिस्टर टर्मिनल*

not to be republished © NCERT

24/04/2018

क्रियाकलाप 9

उद्देश्य

मल्टीमीटर का उपयोग

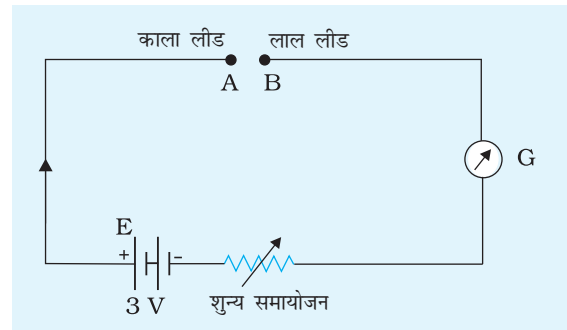
(A) जाँच करना कि डायोड चालू अवस्था में है तथा इससे बहने वाली विद्युत धारा के एकदिशीय प्रवाह की जाँच करना; (B) किसी ट्रांजिस्टर के उत्सर्जक, आधार तथा संग्राहक की पहचान करना; (C) n-p-n तथा p-n-p ट्रांजिस्टरों में अंतर करना तथा जाँच करना कि ट्रांजिस्टर चालू अवस्था में है अथवा नहीं।

उपकरण तथा आवश्यक सामग्री

एक मल्टीमीटर, डायोड, एक ट्रांजिस्टर (जिसका आधार आरेख ज्ञात हो), प्लग कुंजी, बैटरी, प्रतिरोध बॉक्स, संयोजन तार तथा रेगमाल।

सिद्धांत

प्रतिरोध-विधा में प्रयुक्त अनुरूप (Analog) मल्टीमीटर

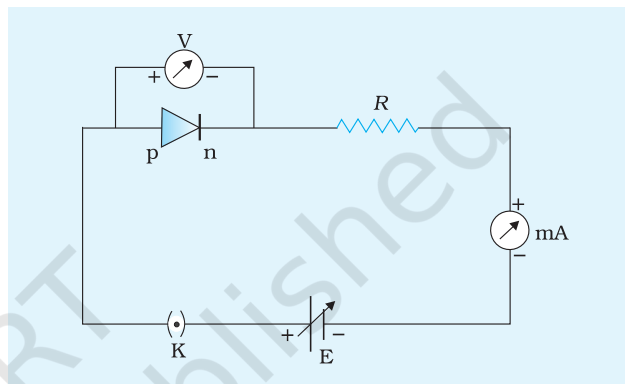
इस चयन में प्रतिरोधक तथा बैटरी के साथ मल्टीमीटर का परिपथ कार्य करता है। निम्न आरेख (चित्र A 9.1) परिपथ के मुख्य घटकों को इंगित करता है–3V की एक बैटरी (मल्टीमीटर में उपलब्ध), एक नियत प्रतिरोध, धारा नियंत्रक तथा एक गैलवनोमीटर G। लाल तथा काली लीड (शलाका) को क्रमश: नियत प्रतिरोध के सिरे B तथा A से संयोजित किया जाता है।

चित्र A 9.1 प्रतिरोध विधा में मल्टीमीटर

धारा नियंत्रक का (शून्य समायोजन) उपयोग करते हुए पहले लाल तथा काली लीड्स को लघु पथित करके विक्षेप को पूर्ण स्केल विक्षेप (स्केल पर शून्य चिह्न) पर समायोजित किया जाता है। जिस प्रतिरोध की जाँच / मूल्यांकन करना है उसे A तथा B के बीच रखा जाता है। प्रतिरोध पढ़ने के लिए परिपथ में धारा के कारण होने वाले विक्षेप को अंशाकित किया जाता है।

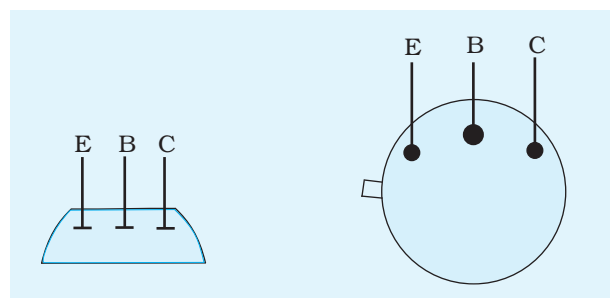
© NCERT not to be republished

आप नोट करेंगे कि अंदर लगी 3V बैटरी के साथ काली लीड वास्तव में धनात्मक तथा लाल लीड ऋणात्मक से संयोजित है। प्रतिरोध का मान ज्ञात करने के लिए उसे A और B के बीच किसी भी प्रकार संयोजित किया जा सकता है। तथापि, जब यह बैटरी डायोड या ट्रांजिस्टर संधि को बायस भी प्रदान करती है तो यह महत्वपूर्ण हो जाता है।

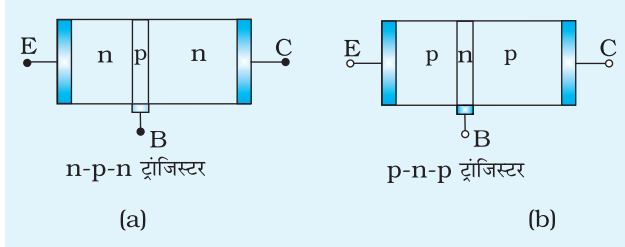
(A) जाँच करना कि क्या डायोड चालू अवस्था में है तथा इससे बहने वाली विद्युत धारा का प्रवाह एकदिशीय है ।

एक अर्धचालक संधि डायोड जब अग्रदिशिक संयोजित (अथवा बायसित) किया जाता है तो यह निम्न प्रतिरोध दर्शाता है। तथापि, जब इसे पश्चदिशिक बायसित करते हैं यह अत्यंत उच्च प्रतिरोध प्रदान करता है। इसलिए, संधि डायोड के प्रतिरोध को अग्रदिशिक तथा पश्चदिशिक बायसित दशाओं में माप कर इसकी कार्यविधि का परीक्षण किया जा सकता है। संधि-डायोड के कार्य करने के तरीके को चित्र A 9.2 में दर्शाए परिपथ में धारा के एकदिशीय प्रवाह की जाँच करके भी परखा जा सकता है। अग्रदिशिक बायस की स्थिति में, उचित रूप से कार्य कर रहे एक डायोड के लिए पर्याप्त धारा (कुछ mA की कोटि की) प्रवाहित होगी। यदि बायसन की ध्रुवता को उलट दिया जाये (अर्थात् डायोड पश्चदिशिक बायस स्थिति में हो) तो नगण्य धारा (कुछ μA की कोटि की) प्रवाहित होगी।

चित्र A 9.2 *एक अर्धचालक संधि डायोड अग्रदिशिक बायस में*

(B) किसी ट्रांजिस्टर के उत्सर्जक, आधार, संग्राहक की पहचान करना

सामान्यत: प्रत्येक ट्रांजिस्टर में समान साइज़ के तीन पिन होते हैं। कुछ ट्रांजिस्टरों में एक पिन के समीप ट्रांजिस्टर के ऊपर एक चिह्न या बिंदु लगा दिया जाता है। यह पिन उत्सर्जक होता है। ट्रांजिस्टर के उत्सर्जक (E), आधार (B) तथा संग्राहक (C) को इसके पिन-आरेख का उपयोग करके पहचाना जा सकता है। चित्र A 9.3 में एक प्ररूपी धातु आवरण के बेलनाकार ट्रांजिस्टर का बेस आरेख दर्शाया गया है। इसे ट्रांजिस्टर के पिनों को उपरिमुखी संकेत करते हुए खींचा गया है। वास्तव में, ट्रांजिस्टरों के लिए कोई सार्वत्रिक पिन आरेख नहीं है। किसी दिये गये ट्रांजिस्टर के पिन आरेख को ट्रांजिस्टर की अधिकांश पुस्तिकाओं में देखा जा सकता है (ट्रांजिस्टर के कोड नंबर AC 127, BC548, 2N3055HL 100, आदि है)।

चित्र A 9.3 *धातु आवरण के बेलनाकार ट्रांजिस्टर का पिन आरेख। नोट कीजिए कि विभिन्न ट्रांजिस्टरों में पिन संयोजन भिन्न-भिन्न हो सकते हैं। यह परामर्श दिया जाता है कि निर्माता की (डेटा-शीट) सामग्री की सहायता ली जाए।*

© NCERT not to be republished

(C) n-p-n तथा p-n-p ट्रांजिस्टरों में अंतर करना तथा तथा जाँच करना कि दिया हुआ ट्रांजिस्टर (p-n-p या n-p-n) चालू अवस्था में है अथवा नहीं

चित्र A 9.4 *(a) n-p-n, तथा (b) p-n-p ट्रांजिस्टर*

n-p-n ट्रांजिस्टर का आधार B, p-प्रकार के पदार्थ का बना होता है जबकि उत्सर्जक E तथा संग्राहक C n-प्रकार के पदार्थ के हैं (चित्र A 9.4 a)। अत:, आधार B तथा उत्सर्जक E (या संग्राहक C) के बीच अग्र प्रतिरोध का मान निम्न होना चाहिए। किसी p-n-p ट्रांजिस्टर में [चित्र A 9.4 (b)] (जिसका उत्सर्जक E, आधार B तथा संग्राहक C क्रमश: p- n- तथा p-प्रकार के पदार्थ के हैं), उत्सर्जक तथा आधार के बीच अग्र प्रतिरोध (forward resistance) निम्न होना चाहिए।

उत्सर्जक-आधार तथा आधार-संग्राहक के बीच प्रतिरोधों को मापते हैं। चालू अवस्था में ट्रांजिस्टर के लिए, प्रतिरोध के मानों को तालिका A 9.1 में दर्शाए परिणामों का पालन करना चाहिए।

तालिका A 9.1: n-p-n तथा p-n-p ट्रांजिस्टरों के विभिन्न टर्मिनलों के बीच प्रतिरोध के मान

क्रम संख्या	ट्रांजिस्टर का एक टर्मिनल (B, C या E) मल्टीमीटर की ऋण (काली) लीड से संयोजित है	ट्रांजिस्टर टर्मिनल मल्टीमीटर की धन (लाल) लीड से संयोजित है	बायस	प्रतिरोध
A. n-p-n ट्रांजिस्टर के लिए				
1	E	B	अग्रदिशिक	निम्न
2	C	B	अग्रदिशिक	निम्न
3	B	C	पश्चदिशिक	अत्यंत उच्च
4	B	E	पश्चदिशिक	अत्यंत उच्च
B. p-n-p ट्रांजिस्टर के लिए				
1	B	E	अग्रदिशिक	निम्न
2	B	C	अग्रदिशिक	निम्न
3	E	B	पश्चदिशिक	अत्यंत उच्च
4	C	B	पश्चदिशिक	अत्यंत उच्च

© NCERT not to be republished

तालिका A 9.1 में दर्शाए गए परिणामों से कोई भी विचलन यह इंगित करेगा कि दिया गया ट्रांजिस्टर चालू अवस्था में नहीं है। उदाहरण के लिए किसी p-n-p ट्रांजिस्टर के लिए टर्मिनल E (जब मल्टीमीटर की ऋण लीड से संयोजित है) तथा टर्मिनल B (जब मल्टीमीटर की धन लीड से संयोजित है) के प्रतिरोध का निम्न मान इंगित करता है कि ट्रांजिस्टर के टर्मिनल E तथा B लघु पथित हैं। चालू ट्रांजिस्टर के लिए पश्चदिशिक बायसित होने के कारण इसे अत्यंत उच्च प्रतिरोध दर्शाना चाहिए।

कार्यविधि

1. डायोडों, ट्रांजिस्टरों तथा संयोजक तारों को यदि लंबे समय से उपयोग नहीं किया गया है तो उनके पृष्ठ पर विद्युतरोधी पर्त जमा हो जाती है। इसलिए रेगमाल का प्रयोग करके उनके सिरों को तब तक साफ कीजिए जब तक कि वे चमकने न लगें।

(A) जाँच करना कि क्या डायोड चालू अवस्था में है तथा इससे बहने वाली विद्युत धारा का प्रवाह एकदिशीय है?

2. मल्टीमीटर को प्रतिरोध मापने की विधा में लगाइए।

3. डायोड के टर्मिनल 1 को मल्टीमीटर की धन लीड से तथा टर्मिनल 2 को मल्टीमीटर की ऋण लीड से संयोजित कीजिए। डायोड का प्रतिरोध मापिए। डायोड के संयोजनों को उत्क्रमित करके पुनः इसके प्रतिरोध को मापिए। अपने प्रेक्षणों को तालिका A9.2 में अंकित कीजिए। यह निष्कर्ष भी निकालिए कि दिया गया डायोड दोनों दशाओं में चालू अवस्था में है या नहीं।

नोट: डायोड का निम्न प्रतिरोध (कुछ Ω से KΩ तक) दर्शाता है कि डायोड अग्रदिशिक बायस में संयोजित है। जबकि बहुत उच्च प्रतिरोध (MG की कोटि का) दर्शाता है कि डायोड पश्चदिशिक बायस में संयोजित है।

यदि दोनों प्रतिरोधों का मान अर्थात् पश्च तथा अग्र दिशा में कम है तो इसका अर्थ है कि डायोड लघुपथित है। दूसरी ओर यदि दोनों प्रतिरोधों का मान बहुत अधिक है तो माना जा सकता है कि डायोड-संधि या तो असंतत है या खुली है। इस प्रकार यह निर्णय किया जा सकता है कि दोनों दशाओं में डायोड चालू अवस्था में नहीं है।

4. प्रेक्षणों से दिये गये डायोड के p- तथा n-टर्मिनलों की पहचान कीजिए।

5. चित्र A 9.2 में दर्शाए अनुसार डायोड को एक सेल तथा प्रतिरोध बॉक्स के साथ श्रेणी परिपथ (बगैर कुंजी लगाए) में संयोजित कीजिए। मल्टीमीटर को उचित परास पर धारा मापने की विधा में तैयार कीजिए (mA, उच्च धारा परास से प्रारंभ कीजिए)।

6. परिपथ में प्रतिरोध बॉक्स से एक उचित प्रतिरोध R निकालिए जिससे कि धारा को छाँटे गये धारा परिसर (मल्टीमीटर में) में सीमित किया जा सके। कुंजी को ''ऑन'' कीजिए तथा परिपथ में बहने वाली धारा को मापिए। अपने प्रेक्षणों की तालिका A 9.3 में अंकित कीजिए ।

© NCERT not to be republished

7. परिपथ में प्रतिरोध R के कुछ अधिक मानों के लिए चरण 6 को दोहराइए।
8. डायोड की ध्रुवता को उत्क्रमित कीजिए (अब डायोड पश्चदिशिक बायसित है) तथा चरण 6 तथा 7 को दोहराइए।

(B) तथा (C) n-p-n तथा p-n-p ट्रांजिस्टरों को पहचानना तथा जाँच करना कि दिया हुआ ट्रांजिस्टर (p-n-p या n-p-n) चालू अवस्था में है

9. ट्रांजिस्टर के ऊपर किसी एक पिन के समीप लगे चिह्न या बिंदु का प्रेक्षण कर इसके उत्सर्जक E, आधार B, तथा संग्राहक C की पहचान कीजिए। अपनी नोट बुक में दिए गए ट्रांजिस्टर का पिन तथा व्यवस्थात्मक चित्र बनाइए।
10. मल्टीमीटर को प्रतिरोध मापने की विधा में तैयार कीजिए।
11. मल्टीमीटर के धन लीड (लाल) को आधार से तथा ऋण लीड (काला) को उत्सर्जक (या संग्राहक) टर्मिनल के साथ संयोजित कीजिए तथा प्रतिरोध मापिए। प्रेक्षणों को तालिका A 9.4 में अंकित कीजिए।
12. मल्टीमीटर के संयोजनों को उत्क्रमित कीजिए तथा फिर से ट्रांजिस्टर के आधार B तथा उत्सर्जक E (या संग्राहक C) टर्मिनलों के बीच प्रतिरोध के मानों को मापिए। प्रेक्षणों को तालिका A 9.4 में अंकित कीजिए।
13. तालिका A 9.4 से जाँच कीजिए कि दिया गया ट्रांजिस्टर चालू अवस्था में है या नहीं।
14. चालू अवस्था में ट्रांजिस्टर के लिए तालिका A 9.1 की सूचना का उपयोग करके दिए गए ट्रांजिस्टर की प्रकृति का अनुमान लगाइए कि यह n-p-n है या p-n-p।

प्रेक्षण

1. तालिका A 9.2 : डायोड के प्रतिरोध का मापन

क्रम संख्या	डायोड का टर्मिनल मल्टीमीटर की धन लीड से संयोजित किया हुआ	डायोड का टर्मिनल मल्टीमीटर की ऋण लीड से संयोजित किया हुआ	प्रतिरोध (Ω)
1	1	2	
2	2	1	

2. तालिका A 9.3 : किसी डायोड से धारा का एक दिशीय प्रवाह

(a) जब डायोड अग्रदिशिक बायस में संयोजित है:

क्रम संख्या	प्रतिरोध (Ω)	धारा (mA)
1		
2		

© NCERT not to be republished

(b) जब डायोड पश्चदिशिक बायस में संयोजित है:

क्रम संख्या	प्रतिरोध (Ω)	धारा (mA)
1		
2		
3		

3. तालिका A 9.4: ट्रांजिस्टर के विभिन्न टर्मिनलों के बीच प्रतिरोध का मान

क्रम संख्या	मल्टीमीटर के धन लीड से संयोजित ट्रांजिस्टर का टर्मिनल	मल्टीमीटर के ऋण लीड से संयोजित ट्रांजिस्टर का टर्मिनल	प्रतिरोध (Ω)
1	B	E	
2	B	C	
3	E	B	
4	C	B	

© NCERT not to be republished

परिणाम

1. तालिका A 9.2 से दिए गए डायोड के p- तथा n-फलक की पहचान की गयी।
2. दिया गया डायोड चालू अवस्था में है/नहीं है (तालिका A 9.2 तथा A 9.3 से)।
3. डायोड में धारा के एकदिशीय प्रवाह का अनुभव किया / नहीं किया गया (तालिका A 9.3)।
4. दिए गए ट्रांजिस्टर के तीन टर्मिनलों की पहचान की गयी तथा पिन आरेख चित्र A 9.3 में दर्शाया गया है।
5. दिया गया ट्रांजिस्टर n-p-n/p-n-p है (तालिका A 9.4 से)।
6. दिया गया ट्रांजिस्टर चालू अवस्था में है/नहीं है (तालिका A 9.4 से)।

सावधानियाँ

1. किसी भी घटक का प्रतिरोध ज्ञात करते समय, इसकी लीड्स को भलिभाँति साफ कर लें।
2. मल्टीमीटर के चयक (सेलेक्टर) स्विच का विभिन्न मापन विधाओं के लिए सावधानीपूर्वक उपयोग कीजिए।

24/04/2018

त्रुटि के स्रोत

1. जब मल्टीमीटर के लीड्स के धातु के सिरों को छुआते हैं तो मल्टीमीटर को शून्य प्रतिरोध दर्शाना चाहिए। यदि ऐसा नहीं है तो मल्टीमीटर की 'शून्य समायोजन घुंडी' का उपयोग करके संकेतक को शून्य पर लाइए। यदि ऐसा नहीं किया गया तो मापे गये प्रतिरोध विश्वसनीय नहीं होंगे।

2. किसी घटक का प्रतिरोध जाँचते समय, मल्टीमीटर लीड्स के धातु के दोनों सिरों को स्पर्श करने से बचना चाहिए। घटक के प्रतिरोध के पार्श्वक्रम में शरीर का प्रतिरोध, प्रतिरोध मापन को प्रभावित कर सकता है।

परिचर्चा

1. किसी ट्रांजिस्टर में, आधार और उत्सर्जक क्षेत्र को जोड़ने वाली p-n संधि को आधार-उत्सर्जक संधि कहते हैं। आधार तथा संग्राहक क्षेत्र को जोड़ने वाली संधि को आधार-संग्राहक क्षेत्र कहते हैं।

2. जब मल्टीमीटर धारा नापने की विधा में होता है तो, विभिन्न मानों के शंट (Shunt) प्रतिरोध कुंडली के पार्श्व क्रम में जुड़ जाते हैं। विभव मापने की विधा में, विभिन्न मानों के प्रतिरोध परिपथ के संपर्क में कुंडली के श्रेणी क्रम में आते हैं। जब आप प्रतिरोध मापने के लिए मल्टीमीटर स्विच को चुनते हैं तो विभिन्न प्रतिरोध मल्टीमीटर के सेल से श्रेणी क्रम में लग जाते हैं।

स्व-मूल्यांकन

यदि पिन आरेख ज्ञात नहीं है तो ट्रांजिस्टर के आधार को ज्ञात कीजिए। आप इसके लिए तालिका A 9.5 का उपयोग कर सकते हैं।

तालिका A 9.5 के परिणामों का उपयोग करके यह ज्ञात किया जा सकता है कि दिया गया ट्रांजिस्टर n-p-n या p-n-p में से किस प्रकार का है।

© NCERT not to be republished

तालिका A 9.5 : विभिन्न ट्रांजिस्टर टर्मिनलों के बीच प्रतिरोध के मानों की प्रकृति
(जब पिन आरेख ज्ञात नहीं है)
(नोट: यहाँ टर्मिनल 2 को ट्रांजिस्टर का आधार पिन माना गया है)

क्रमं संख्या	मल्टीमीटर के धन लीड से संयोजित ट्रांजिस्टर का टर्मिनल	मल्टीमीटर के ऋण लीड से संयोजित ट्रांजिस्टर का टर्मिनल	प्रतिरोध का प्रकार
A. n-p-n ट्रांजिस्टर के लिए			
1	1	2	अत्यंत उच्च
2	1	3	अत्यंत उच्च
3	2	1	निम्न
4	2	3	निम्न
5	3	1	अत्यंत उच्च
6	3	2	अत्यंत उच्च
B. p-n-p ट्रांजिस्टर के लिए			
1	1	2	निम्न
2	2	1	अत्यंत उच्च
3	1	3	अत्यंत उच्च
4	3	1	अत्यंत उच्च
5	2	3	अत्यंत उच्च
6	3	2	निम्न

© NCERT not to be republished

क्रियाकलाप 10

उद्देश्य

काँच के स्लैब पर तिर्यक आपतित होने वाले प्रकाश किरण पुंज के अपवर्तन तथा पार्श्विक विस्थापन का प्रेक्षण करना ।

उपकरण तथा आवश्यक सामग्री

ड्राइंग बोर्ड, आयताकार काँच का स्लैब, कागज़ की सफ़ेद शीट, चिपकने वाली टेप (सेलो-टेप), ड्राइंग पिन, मीटर स्केल, ऑलपिन, प्रोट्रैक्टर, नुकीली पेंसिल तथा रबड़।

सिद्धांत

जब कोई प्रकाश किरण किसी आयताकार काँच के स्लैब पर आपतित होती है तो यह स्लैब से अपवर्तित होती है। यह स्लैब से आपतित किरण की दिशा के समांतर निर्गत होती है। निर्गत किरण में केवल पार्श्विक विस्थापन होता है। दिये गये आपतन कोण तथा माध्यमों के युग्म के लिए पार्श्विक विस्थापन काँच के स्लैब की मोटाई के आनुपातिक हैं।

कार्यविधि

1. एक ड्राइंग बोर्ड पर सफ़ेद कागज़ की एक शीट, सेलो-टेप या ड्राइंग पिनों की सहायता से लगाइए।

2. कागज़ की शीट के बीच में लंबाई के सममितत: काँच के स्लैब को रखिए तथा एक नुकीली पेंसिल से इसकी रूपरेखा ABCD (चित्र A10.1) कागज़ के इस शीट पर खींचिए।

3. फलक AB के बिंदु F पर एक अभिलंब खींचिए। आपतित किरण को निरूपित करते हुए एक रेखा EF खींचिए जो अभिलंब से आपतन कोण, i बनाये।

4. रेखा EF पर तीक्ष्ण नोंक वाली दो ऑलपिनें P तथा Q लगभग 8 से 10 cm दूरी पर ऊर्ध्वाधरत: लगाइए।

© NCERT not to be republished

5. दोनों पिनों के प्रतिबिंबों को काँच के स्लैब के विपरीत फलक से देखिए। सफेद कागज़ की शीट पर दो अन्य ऑलपिनें R तथा S लगभग 8 से 10 cm दूरी पर ऊर्ध्वाधरत: सावधानीपूर्वक इस प्रकार लगाइए कि उनकी नोक तथा P तथा Q के प्रतिबिंबों की नोक एक रेखा पर स्थित हों। ध्यान रखिए कि चारों पिनों की नोक एक सीधी रेखा में दिखायी दें।

6. काँच के स्लैब को हटाइए तथा एक पेंसिल की सहायता से सफेद कागज़ की शीट पर पिन वेधन की स्थिति चिह्नित कीजिए। R तथा S बिंदुओं से होती हुई निर्गत किरण को निरूपित करते हुए एक सरल रेखा GH खींचिए जो फलक CD से बिंदु G पर मिले।

चित्र A10.1 आयताकार काँच के स्लैब से अपवर्तन

7. अपवर्तित किरण को निरूपित करते हुए रेखा FG खींचिए। फलक CD के बिंदु G पर एक अभिलंब खींचिए जो निर्गत किरण से निर्गत कोण 'e' बनाए । प्रोटैक्टर की सहायता से आपतन कोण 'i' तथा निर्गत कोण 'e' को मापिए। इन कोणों के मानों को सफ़ेद कागज़ की शीट पर लिखिए। क्या आप $\angle i$ तथा $\angle e$ में कोई संबंध देख पाते हैं?

8. EF को आगे की ओर बहिर्वेशित कीजिए जिससे कि यह काँच के स्लैब के फलक CD से बिंदु O पर मिले। रेखा GH पर अभिलंब OL खींचिए।

9. जाँच कीजिए कि निर्गत किरण GH आपतित किरण EF की मूल दिशा के समांतर है। यह लंबवत् दूरी OL से पार्श्विक विस्थापित है। पार्श्विक विस्थापन OL = d तथा काँच के स्लैब की मोटाई भी मापिए।

10. आपतन कोण के मान को बदल कर चरण 2 से 9 को दोहराइए।

11. विभिन्न मोटाई के काँच के स्लैब का प्रयोग कर चरण 2 से 10 तक को दोहराइए। प्रत्येक बार काँच के स्लैब की मोटाई तथा पार्श्विक विस्थापन मापिए। प्रत्येक बार सफेद कागज़ की शीट पर $\angle i$ तथा $\angle e$ के मान भी लिखिए।

12. अपने प्रेक्षणों को उचित मात्रकों सहित तालिका के रूप में रिकार्ड कीजिए। अपने प्रेक्षणों से आप क्या निष्कर्ष निकालते हैं।

© NCERT not to be republished

प्रेक्षण

प्रोट्रैक्टर का अल्पतमांक = ... (डिग्री)

स्केल का अल्पतमांक = ... mm = ... cm

तालिका 10.1 : आपतन कोण (*i*), निर्गत कोण (*e*) तथा पार्श्विक विस्थापन (*d*) को मापना

क्रम संख्या	काँच के स्लैब की मोटाई 10^{-2} m	आपतन कोण *i*		निर्गत कोण *e*		पार्श्विक विस्थापन *d* 10^{-2} m
		(डिग्री)	(रेडियन)	(डिग्री)	(रेडियन)	
1	t_1					
2	t_1					
--	--					
5	t_2					
6	t_2					
--	--					
10	t_3					
11	t_3					
--	--					

© NCERT not to be republished

परिणाम

1. काँच के स्लैब से निर्गत प्रकाश की किरण आपतित किरण की दिशा के समांतर है लेकिन पार्श्विक रूप से विस्थपित होती है।

2. आपतित किरण के सापेक्ष निर्गत किरण का पार्श्विक विस्थापन काँच के स्लैब की मोटाई के सीधे आनुपातिक है।

परिचर्चा

1. आपतन कोण *i* तथा निर्गत कोण *e* तथा पार्श्विक विस्थापन *d* के मापन में परिशुद्धता इस बात पर निर्भर है कि पिनों की नोक कितनी तीक्ष्ण हैं तथा आप पिनों की नोक को एक ही सीधी रेखा के अनुदिश देखने में कितने सावधान हैं। पिनों की नोक को देखने, पिन वेधी स्थितियों को चिह्नित करने, आपतित, अपवर्तित तथा निर्गत किरणों को तीक्ष्ण पेंसिल से खींचने तथा कोणों *i* तथा *e* को प्रोट्रैक्टर से परिशुद्धता मापने में विशेष सावधानी बरतिए।

स्व-मूल्यांकन

1. तालिका A 10.1 का निरीक्षण कीजिए तथा $\angle i$ तथा $\angle e$ और t तथा d के बीच संबंध की व्याख्या कीजिए।

2. आपतन कोणों के समान मानों के लिए तालिका A 10.1 से प्रक्षित मानों को लेकर पार्श्विक विस्थापन d के प्रेक्षित मानों को y-अक्ष पर तथा काँच के स्लैब की मोटाई t के मानों को x-अक्ष के अनुदिश लेकर ग्राफ़ खींचिए। आपके द्वारा खींचे गये ग्राफ़ की आकृति को पहचानिए तथा उसकी व्याख्या कीजिए।

सुझाये गए अतिरिक्त प्रयोग/क्रियाकलाप

1. काँच के स्लैब को लंबाई, चौड़ाई तथा मोटाई में सममितत: रखने पर प्राप्त प्रेक्षणों से स्लैब के पदार्थ (काँच) का अपवर्तनांक ज्ञात कीजिए। प्राप्त परिणाम पर चर्चा कीजिए।

   [संकेत: $\sin i / \sin r = n$ (पदार्थ का अपवर्तनांक) का उपयोग कीजिए।]

2. उपर्युक्त प्रेक्षण की प्रत्येक स्थिति में कोण i' मापिए। अनुपात $\frac{\sin i}{\sin e} = n'$ का परिकलन कीजिए । $\angle r$ एवं $\angle i'$ और $\angle i$ तथा $\angle e$ में क्या संबंध पाते हैं ? इस अनुपात n' की $\frac{\sin i}{\sin r} = n$ से तुलना कीजिए। याद रखिए कि किरण FG फलक CD पर आपतित किरण तथा GH अपवर्तित किरण है। n तथा n' के बीच संबंध पर विचार-विमर्श कीजिए।

© NCERT not to be republished

24/04/2018

क्रियाकलाप 11

उद्देश्य

दो पोलेरॉइडों का उपयोग करके प्रकाश के ध्रुवण का प्रेक्षण करना

उपकरण तथा आवश्यक सामग्री

पोलेरॉइड शीट-2, प्रकाश का स्रोत/सूर्य का प्रकाश, कार्ड बोर्ड, कैंची, सफेद कागज़, गोंद।

पद तथा परिभाषाएँ

प्रकाश तरंग परिवर्ती विद्युत क्षेत्र सदिश **E** तथा परिवर्ती चुंबकीय क्षेत्र सदिश **B** से बनी होती है जो एक दूसरे के लंबवत् होते हैं। इनमें से प्रत्येक क्षेत्र सदिश तरंग के संचरण की दिशा के लंबवत् भी होते हैं।

(i) *अध्रुवित प्रकाश :* विद्युत सदिश का विन्यास केवल एक ही दिशा तक सीमित नहीं रहता, बल्कि यादृच्छिकत: सभी दिशाओं में तरंग संचरण की दिशा के अनुप्रस्थ रहता है।

(ii) *समतल अथवा रेखीय ध्रुवण :* यदि विद्युत क्षेत्र सदिश **E** तरंग संचरण की दिशा के लंबवत् तल में एक ही दिशा में सीमित रहता है तो प्रकाश तरंग समतल/रेखीय ध्रुवित कहलाती है।

(iii) *पोलेरॉइड :* पोलेरॉइड में अणुओं की एक लंबी शृंखला होती है जो एक विशेष दिशा में पंक्तिबद्ध होते हैं। पंक्तिबद्ध अणुओं की दिशा के अनुदिश विद्युत सदिश (संचरित हो रही प्रकाश तरंगों से संबद्ध) अवशोषित हो जाता है। इस प्रकार यदि कोई अध्रुवित प्रकाश तरंग ऐसे पोलेरॉइड पर आपतित होती है तो प्रकाश तरंग रेखीय ध्रुवित हो जाती है, जिसमें विद्युत सदिश पंक्तिबद्ध अणुओं की लंबवत् दिशा के अनुदिश दोलन करता है; इस दिशा को पोलेरॉइड की पारित-अक्ष (*pass-axis*) कहते हैं।

संश्लिष्ट पदार्थों की प्लास्टिक की शीटें प्राय: धूप के चश्मों, परिकलित्र तथा आंकिक घड़ियों में उपयोग की जाती हैं।

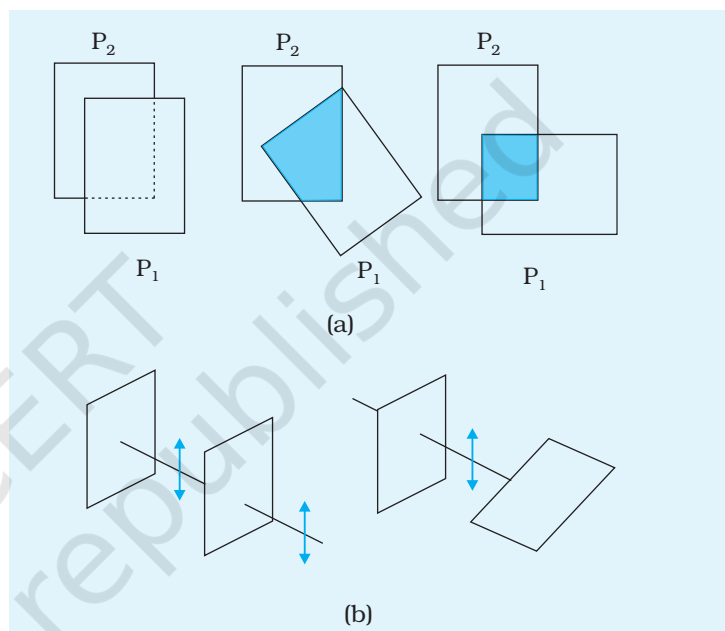
(iv) *ध्रुवक (पोलराइज़र) तथा विश्लेषक :* जब दो पोलेरॉइडों से होकर प्रकाश के पारगमन का अध्ययन किया जाता है, तो परिगमित अंश की तीव्रता 1 से 0 तक गिरती है, जब

© NCERT not to be republished

उनके पारित अक्षों के बीच का कोण 0° से 90° तक परिवर्तित होता है। स्रोत के बाद रखा पहला पोलेरॉइड ध्रुवक (पोलराइज़र) तथा दूसरा उपयोग किया गया पोलेरॉइड विश्लेषक कहलाता है।

सिद्धांत

प्राकृतिक प्रकाश विद्युत सदिश से संबद्ध है जो तरंग संचरण की दिशा के लंबवत् होता है तथा प्रकाश पुंज से गुजरने वाले सभी संभावित तलों में रहता है। तथापि, इन सभी सदिशों को दो परस्पर लंबवत दिशाओं में नियोजित किया जा सकता है।

प्रत्येक पोलेरॉइड का एक पारगमन अक्ष होता है जो पोलेरॉइड को अध्रुवित प्रकाश पुंज के रास्ते में लंबवत् रखने पर इससे संबद्ध तथा पारगमन अक्ष के समांतर विद्युत सदिश के घटक को पारित होने देती है तथा पारगमित प्रकाश रेखीय (समतल) ध्रुवित होता है। इसे प्रकाश पुंज के अनुदिश पहले पोलेरॉइड के आगे एक दूसरा पोलेरॉइड रख कर जाँचा जा सकता है (चित्र A11.1)। पोलेरॉइड को घुमाने पर एक स्थिति आती है जब पारगमित तीव्रता समाप्त हो जाती है। यह अवस्था उस स्थिति के संगत है जब दोनो पोलेरॉइडों के पारगमन अक्ष एक-दूसरे के लंबवत् हैं। जब ये अक्ष एक-दूसरे के समांतर होते हैं तो पारगमित तीव्रता का मान अधिकतम हो जाता है। अतः प्रकाश पुंज के मार्ग में जब दो पोलेरॉइडों को एक-दूसरे के सापेक्ष घुमाया जाता है जो आंशिक तीव्रता 0 से 1 तक परिसीमित रहती है।

चित्र A11.1: *(a) दो पोलेरॉइडों P_2 तथा P_1 से प्रकाश का गुजरना। पारगमित अंश 1 से 0 तक गिरता है जब उनके बीच का कोण 0° से 90° तक परिवर्तित होता है। ध्यान रखें कि प्रकाश जब एक ही पोलेरॉइड P_1 से देखा जाता है तब वह कोण के साथ परिवर्तित नहीं होता। (b) जब प्रकाश दो पोलेरॉइडों से पारित होता है तो विद्युत सदिश का व्यवहार। पारगमित ध्रुवण पोलेरॉइड अक्ष के समांतर घटक है। द्विबाणग्र विद्युत सदिश के दोलन को दर्शाते हैं।*

कार्यविधि

(a) कोण मापन के लिए एक वृत्ताकार स्केल बनाना

(1) एक गत्ता लीजिए। इस पर एक सफेद कागज़ चिपकाइए। सफेद कागज़ पर 10cm त्रिज्या का एक वृत्त खींचिए।

(2) वृत को कैंची से काटिए।

(3) वृत पर चित्र A 11.2 में दर्शाये अनुसार कोणीय विभाजन अंकित कीजिए।

© NCERT not to be republished

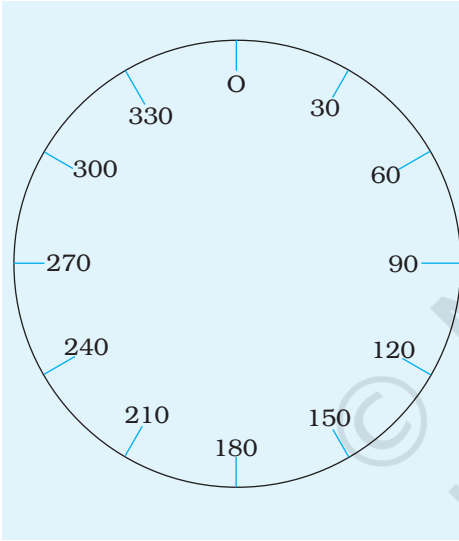
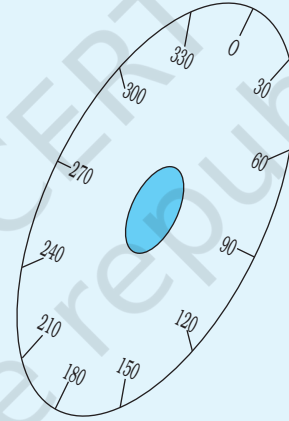
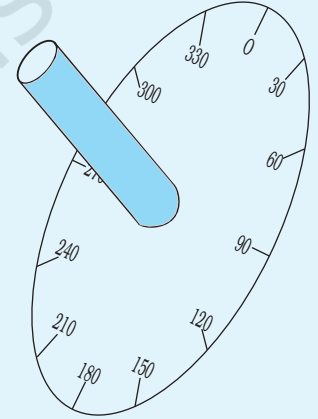
(4) वृत के केंद्र पर एक सुराख़ काटिए जिससे कि आपका ध्रुवक (पोलराइज़र) इसमें ठीक फिट हो जाए। पोलेरॉइड को सुराख़ में लगाइए (चित्र A 11.3)।

(5) इसी प्रकार का एक स्केल, विश्लेषक के लिए भी तैयार कीजिए।

(b) ध्रुवण का प्रेक्षण करना

(1) एक पोलेरॉइड P_1 लीजिए (जिसे ध्रुवक भी कहा जाता है) तथा इसे अपनी आँख के सामने रखिए तथा किसी भी स्रोत से प्रकाश का प्रेक्षण कीजिए।

(2) दूसरे पोलेरॉइड (जिसे विश्लेषक भी कहा जाता है) को लीजिए तथा इसे पहले पोलेरॉइड P_1 के ऊपर रखिए और इस संयोजित निकाय से प्रकाश का प्रेक्षण कीजिए।

(3) विश्लेषक को घुमाइए जिससे कि आपको निर्गत प्रकाश की अधिकतम तीव्रता प्राप्त हो। स्केल के पाठ्यांकों में अंतर नोट कीजिए।

चित्र A11.2 कोणीय विभाजन सहित वृत

चित्र A11.3 कोण मापन के लिए वृताकार पैमाना

(4) अब विश्लेषक को फिर से घुमाइए जिससे कि आपको निर्गत प्रकाश की शून्य तीव्रता प्राप्त हो। स्केल के पाठ्यांकों में फिर से अंतर नोट कीजिए।

प्रेक्षण

1. अधिकतम तीव्रता के लिए स्केल के पाठयांकों में अंतर $a = ...°$
2. न्यूनतम तीव्रता के लिए स्केल के पाठयांकों में अंतर $b = ...°$
3. अधिकतम तीव्रता से न्यूनतम तीव्रता प्राप्त करने में विश्लेषक का घूर्णन $a \sim b = ...°$

© NCERT not to be republished

परिणाम

अधिकतम से न्यूनतम तीव्रता के परिवर्तन होने पर कोण में प्राप्त परिवर्तन = ... °

सावधानियाँ

पोलेरॉइडों को सावधानीपूर्वक इस्तेमाल करना चाहिए जिससे कि उन पर उँगलियों के निशान न पड़ें।

परिचर्चा

किसी स्रोत से आते प्रकाश को किसी एक पोलराइज़र के द्वारा प्रेक्षित करते समय प्रकाश की तीव्रता में कोई परिवर्तन नहीं होता। ध्रुवण की स्थिति के बारे में आप क्या निष्कर्ष निकालेंगे? विश्लेषक ध्रुवण की स्थिति की जाँच कैसे संभव बना पाता है?

स्व-मूल्यांकन

1. प्रकाश के ध्रुवण से आप क्या समझते हैं?
2. क्या ध्वनि तरंगों का ध्रुवण संभव है?
3. उस क्रिस्टल का नाम लिखिए जो प्रकाश के ध्रुवण के लिए सामान्यतः उपयोग किया जाता है।
4. प्रकाश के एक स्रोत का नाम बताइए जिससे सीधे ही रेखीय ध्रुवित प्रकाश प्राप्त होता है।
5. विभिन्न विधियों द्वारा सूर्य के प्रकाश के ध्रुवण का अध्ययन कीजिए (प्रकीर्णन द्वारा ध्रुवण, परावर्तन द्वारा ध्रुवण)।

सुझाए गये अतिरिक्त प्रयोग/क्रियाकलाप

1. प्रकाश की तीव्रता मापने के लिए एक फ़ोटोडायोड लीजिए। इसे एक मल्टीमीटर से जोड़िए जिससे यह उद्दीप्त हो जाये। विश्लेषक को विभिन्न कोणों पर घुमाकर पारगमित तीव्रता के परिवर्तन को नोट कीजिए। मेलस का नियम $I = I_0 \cos^2\theta$ (Malus Law) सत्यापित करने के लिए उचित ग्राफ़ खींचिए। जहाँ I_0, $\theta = 0°$ पर प्रकाश की तीव्रता है तथा I किसी कोण θ पर प्रकाश की तीव्रता है।
2. एक लेख लिखिए जिसमें यह दर्शाया जाये कि यह क्रियाकलाप प्रकाश की अनुप्रस्थ प्रकृति को दर्शाने के लिए किस प्रकार उपयोग किया जा सकता है।

© NCERT not to be republished